

**II МЕЖДУНАРОДНАЯ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ**

БИОРАЗНООБРАЗИЕ И УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ

12-16 сентября 2012 года, г. Симферополь, Украина



ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

Симферополь, 2012

7. Tokarev Yu. N., Evstigneev P. V., Mashukova O. V. et al. Bioluminescence of plankton organisms as an index of the neritic aquatoria pollution // Proceedings of the Eighth International Conference on the Mediterranean Coastal Environment "MEDCOAST 07" (Alexandria, 2007). – Ankara, Turkey : Middle East Technical University. – 2007. – V. 2. – P. 925 – 936.

УДК 591.148: 593.8(262.5)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ МОНИТОРИНГЕ

Мельников В.В.¹, Довгаль П.И.²

¹Институт биологии южных морей им. А.О.Ковалевского НАН Украины, г. Севастополь, Украина

²Учебно-научный центр «Институт биологии» Киевского национального университета им. Т.Г. Шевченко, г. Киев, Украина

Одной из важнейших составляющих мониторинга состояния морских экосистем является исследования характеристик некоторых биофизических полей (биолюминесцентного, акустического, флуоресцентного) [1]. Значительный интерес в этом отношении имеют прибрежные воды Севастополя, планктонные сообщества в которых длительное время находятся под сильным антропогенным прессом.

В связи с этим в мае 2011 г. были проведены исследования биолюминесценции в Севастопольской бухте и прилегающей к ней акватории Чёрного моря. Биофизические и гидрологические параметры (интенсивность биолюминесценции, температура и солёность) регистрировались с помощью гидробиофизического приборного комплекса «Сальпа-М». Эхограмма с параметрами буксировки (глубина, рельеф дна) получена с помощью эхолот-навигатора LOWRANCE LMS 522-IGPS. Регистрировались следующие параметры: биолюминесценция, температура воды и солёность воды. Буксировка аппаратуры и снятие параметров проводились в направлении от открытого моря с заходом в Севастопольскую бухту, дистанция буксировки – 10 км. Снятие параметров проводилось непрерывно, для удобства последующей обработки выделены 18751 точки промеров. Визуализация данных

эхолот-навигатора проведена с помощью программы SonarViewer. Числовые данные обработаны с помощью пакета программ Statistica и PAST2.43 [2]. Установлено, что интенсивность биолюминесценции существенно меняется на протяжении маршрута. Регрессионный анализ продемонстрировал наличие чёткого отрицательного тренда в биолюминесценции, который, вероятно, связан с резким снижением её интенсивности при входе в Севастопольскую бухту.

Средняя биолюминесценция до входа в Севастопольскую бухту составляла $488 \text{ Б} \cdot 10^{-12} \text{ Вт} \cdot \text{см}^{-2} \cdot \text{л}^{-1}$, тогда как в пределах Севастопольской бухты $243 \text{ Б} \cdot 10^{-12} \text{ Вт} \cdot \text{см}^{-2} \cdot \text{л}^{-1}$. Достоверность этой разницы по критерию Стьюдента подтверждается с высокой надёжностью ($T = 205,72$ при $p = 0,0001$).

Резкое снижение уровня биолюминесценции после входа в Севастопольскую бухту, где степень антропогенного загрязнения воды значительно выше, чем в прилегающей акватории Чёрного моря, что, возможно, указывает на плохое функциональное состояние фитопланктона.

Таким образом, биолюминесценция является одним из наиболее перспективных биофизических показателей, который может быть использован в экологическом мониторинге состояния водной среды и морских экосистем.

Список источников

1. Токарев Ю.Н. Основы биофизической экологии гидробионтов. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2006. – 342 с.
2. Hammer Ø., Hurper D.A.T. and Ryan P.D. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis // Paleontologica electronica. – 2001. – 4, 1. – P. 1-9.

УДК: 591.148:574.52(262.5)

ОЦЕНКА ЗНАЧИМОСТИ ФАКТОРОВ, ВОЗДЕЙСТВУЮЩИХ НА БИОЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ ГИДРОБИОНТОВ

Мельникова Е. Б., Бурмистрова Н.В.

Институт биологии южных морей им. А.О.Ковалевского НАН Украины, г. Севастополь, Украина

Структура живых организмов морской среды и особенности процессов их жизнедеятельности зависят от абиотических и биотических факторов экосистемы. При этом взаимосвязь биологи-

ческих процессов с факторами, определяющими их протекание, может быть сложной и неявно выраженной. В частности, исследование изменения интенсивности поля биолюминесценции в

течение суток предполагает изучение не только общих закономерностей развития биолуминесцентных, но и выявление латентных факторов, оказывающих наибольшее влияние на интенсивность свечения организмов.

В работах исследователей [1...6], занимавшихся изучением интенсивности поля биолуминесценции в пространстве и во времени в разных районах Черного моря отмечено, что на интенсивность поля биолуминесценции влияют факторы как биотические, так и абиотические. Однако численной оценки значимости этих факторов на суточную динамику интенсивности свечения биолуминесцентных в известных работах не проведено.

Цель работы - выявить с применением методов многомерного статистического анализа факторы, влияющие на функционирование биолуминесцентных в темное время суток в прибрежных водах Черного моря, и оценить их значимость.

Для проведения анализа использовали экспериментальные данные полученные осенью 2010 года, в 67-м рейсе научно-исследовательского судна «Профессор Водяницкий». Исследования вертикальной структуры интенсивности поля биолуминесценции проводили в открытой акватории Черного моря, у западных берегов Крыма на траверзе б. Круглая. Глубина в районе исследования — около 70 м.

Вертикальные профили поля биолуминесценции исследовали методом многократного батифотометрического зондирования толщи воды, используя гидробиофизический комплекс «Сальпа-М» [6]. С помощью данного комплекса определяли также температуру, мутность и солёность на глубине измерения.

С целью выявления влияния биотических и абиотических факторов на изменения интенсивности поля биолуминесценции был применен факторный анализ [7...9].

Для оценки характера вертикального профиля изменения интенсивности поля биолуминесценции в темное время суток, всю толщу воды от 0 до 60 м разбили на 5-метровые слои по глубине. Показано, что динамика интенсивности поля биолуминесценции открытой акватории моря на траверзе б. Круглая верхнего слоя отличается от

глубоководного слоя. Для выявления слоев воды, в которых изменения интенсивности поля биолуминесценции имеют близкий характер, применили кластерный анализ [10].

В результате применения агломеративно-иерархического метода группировки было получено два независимых кластера, характеризующихся схожестью процессов, - верхний, объединяющий слои от 0-5 м до 30-35 м, и глубоководный - от 35-40 м до 55-60 м. В соответствии с этим, дальнейшие исследования проводили отдельно для верхнего и глубоководного слоев.

В докладе пояснено, что в глубоководном слое динамика интенсивности поля биолуминесценции имеет значительно менее выраженные экстремумы в изменении интенсивности свечения. Интенсивность поля биолуминесценции на глубинах более 35 метров в исследуемый период была в 1,5 - 2 раза меньше, чем в верхнем 35-метровом слое.

Далее для выявления латентных факторов, влияющих на функционирование биолуминесцентных в верхнем слое воды, который характеризуется хорошо выраженной периодичностью нарастания и убывания интенсивности свечения биолуминесцентных, применили факторный анализ [7...9].

На начальном этапе проведения факторного анализа необходимо определить количество факторов, вносящих существенный вклад в изменение интенсивности биолуминесценции. Для достижения этой цели использовали критерий Кэттелла [8]. Этот метод основан на анализе собственных чисел факторов, записываемых в порядке убывания значений. Когда значения собственных чисел мало отличаются друг от друга, можно отбросить все незначительные с точки зрения дальнейшей интерпретации значения собственных чисел.

В результате произведенных расчетов выявлено пять основных факторов (см. табл. 1). Остальные факторы вносят ничтожно малый вклад. Собственные значения выделенных факторов представлены в порядке убывания, отражая тем самым степени важности соответствующих факторов для объяснения суточной вариации исходных данных.

Таблица 1. Характеристики факторов

Главные компоненты	Собственные значения	Процент общей дисперсии	Кумулятивный процент общей дисперсии
Фактор F_1	8,5	61,1	61,1
Фактор F_2	3,2	22,6	83,7
Фактор F_3	1,8	12,6	96,3
Фактор F_4	0,4	3,1	99,4
Фактор F_5	0,1	0,6	100,0

Следует отметить, что наибольшей информативностью обладает первый фактор, которому соответствует максимальное собственное значение - 8,5, его дисперсия составляет 61,1% от общей дисперсии. Второму фактору соответствует собственное значение - 3,2. Третьему фактору соответствует собственное значение 1,8. Информативность этих факторов соответственно равна 22,6 % и 12,6 %.

Кумулятивный процент дисперсии для первого фактора составляет 61,1 %, что свидетельствует о том, что он объясняет 61,1 % изменчивости измеренных показателей интенсивности поля биоллюминесценции. Первый и второй факторы в совокупности объясняют 83,7 %, а три первых фактора - 96,3 % изменчивости, характеризующей периодичность нарастания и убывания интенсивности поля биоллюминесценции в темное время суток.

Компонентный анализ показал, что Суммарный вклад первых трех факторов в изменчивость планктонного сообщества составляет 96,3%, следовательно, эти три фактора являются значимыми. Так как последующие факторы обладают незначительным уровнем информативности, то в дальнейшем анализе они не рассматривались.

В результате проведенного факторного анализа для выделенных трех факторов получена матрица факторных нагрузок, рассчитанная по среднему значению интенсивности поля биоллюминесценции, полученному по каждому часу зондирования.

Показано, что фактор F_1 имеет наибольшие факторные нагрузки в те часы, когда прослеживается процесс нарастания интенсивности поля биоллюминесценции.

Фактор F_2 имеет наибольшие факторные нагрузки в те часы, когда наблюдается убывание интенсивности поля биоллюминесценции.

Фактор F_3 характеризуется наибольшей факторной нагрузкой в те часы, когда наблюдаются суточные изменения гидрологических характеристик толщи воды, влияющих на интенсивность свечения организмов.

Сравнение суточного изменения факторных нагрузок с процессами жизнедеятельности биоллюминесцентных позволило сделать вывод, что факторы F_1 и F_2 можно отнести к биологическим. То есть на процессы нарастания и убывания интенсивности поля биоллюминесценции создаваемого биоллюминесцентами прежде всего влияют биотические факторы: интенсивность размножения клеток фитопланктона и суточные ритмы их свечения, а также выедание их зоопланктоном [3, 4]. Вклад третьего фактора F_3 в изменение интенсивности поля биоллюминесценции незначителен (12,6 %) и его можно отнести к абиотическим, гидрологическим факторам, влияющим на изменение интенсивности поля биоллюминесценции в темное время суток.

Таким образом, применение метода главных компонент факторного анализа позволило выявить основные факторы, влияющие на изменения интенсивности биоллюминесценции в темное время суток, и оценить значимость этих факторов. Установлено, что наибольшее влияние на периодичность нарастания и убывания интенсивности биоллюминесценции имеют биотические факторы, вклад которых в изменчивость в исследуемый период составляет 87,3%. Абиотический фактор менее значим в циркадном ритме биоллюминесценции. Его вклад составляет 12,6%.

Список источников

1. Битюков Э. П. Характеристика суточного ритма биоллюминесценции *Noctiluca miliaris* в Черном море // Зоол. Журн. – 1968. – Т 47, № 1 – С. 36 – 41.
2. Битюков Э. П., Василенко В. И., Серикова И. М., Токарев Ю. Н. Результаты и перспективы биоллюминесцентных исследований в Черном море // Экология моря. – 1996. – № 46 – С. 19 – 24.
3. Евстигнеев П. В., Битюков Э. П. Биоллюминесценция морских копепод. – Киев: Наук. Думка. – 1990. – 144 с.
4. Токарев Ю.Н., Битюков Э.П., Василенко В.И., Соколов Б.Г. Поле биоллюминесценции – характерный показатель структуры планктонного сообщества Черного моря // Экология моря – 2000. – № 53 – С. 20–25.
5. Бурмистрова Н.В., Жук В. Ф., Мельникова Е.Б. Связь интенсивности поля биоллюминесценции с гидрологическими характеристиками среды на траверзе бухты «Круглая» // Вісник ЗНУ. Біологічні науки. – Запоріжжя, 2010. – № 2. – С. 84 – 92.
6. Бурмистрова Н.В., Токарев Ю.Н., Василенко В.И., Жук В.Ф. Современные проблемы морской инженерной экологии (изыскания, ОВОС, социально-экономические аспекты): Материалы международной научной конференции (г. Ростов-на-Дону, 9 – 11 июня 2008 г.) / Отв. ред. акад. Г.Г. Матишов. Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2008. – С. 59 – 62.
7. Рузова А. И., Крупаткина Д.К. Использование метода главных компонент в экологии морского фитопланктона (обзор) // Экология моря. – Киев. – 1983. – Вып. 13. – С. 65 – 71.
8. Cattell, R. B. The Scree Test for the Number of Factors // Multivariate Behavioral Research, 1966. – № 1(2) – Р 245 – 276.
9. Харман Г. Современный факторный анализ. М.: Статистика. 1972. – 487 с.
10. Мандель И. Д. Кластерный анализ. – М. : Финансы и статистика, 1988. – 176 с.